

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-143110

(43)Date of publication of application : 02.06.1995

---

(51)Int.Cl. H04L 7/02

---

(21)Application number : 05-144033

(71)Applicant : DAIEI ELECTRON KK  
SUEHIRO NAOKI

(22)Date of filing : 15.06.1993

(72)Inventor : SUEHIRO NAOKI

---

## (54) COMMUNICATION SYSTEM USING PSEUDO PERIOD SERIES

### (57)Abstract:

PURPOSE: To provide a communication system using a pseudo period series in which the reception signal similar to the input of an infinite length period series is obtained from the input signal of the period series of a finite length.

CONSTITUTION: Let information to be transmitted be (b), then the information (b) is received through a matching filter with respect to a signal (a0, a1,..., aN-1) whose length is N which receives a transmission signal (an-L, aN-1, a0,..., aL-1) whose length is N+2L.

---

### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 03.02.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3111411

[Date of registration] 22.09.2000

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-143110

(43) 公開日 平成7年(1995)6月2日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 L 7/02		7741-5K	H 0 4 L 7/ 02	Z

審査請求 未請求 請求項の数1 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願平5-144033	(71) 出願人	592013174 大英エレクトロニクス株式会社 東京都八王子市東浅川町555番地5
(22) 出願日	平成5年(1993)6月15日	(71) 出願人	593113846 末広 直樹 茨城県つくば市竹園3丁目6番305-103号
		(72) 発明者	末広 直樹 茨城県つくば市竹園3丁目6番305-103号
		(74) 代理人	弁理士 小野寺 洋二

(54) 【発明の名称】 擬周期系列を用いた通信方式

(57) 【要約】

【目的】 有限長の周期系列の入力信号に対しても無限長周期系列の入力と同様な受信信号を得ることのできる信号方式とした擬周期系列を用いた通信方式を提供する。

【構成】 伝送すべき情報を  $b$  としたとき、 $b$  ( $a_{N-1}, \dots, a_{L-1}, a_0, \dots, a_{N-1}, a_0, \dots, a_{L-1}$ ) という長さ  $N+2L$  の信号を送信信号とし、( $a_0, a_1, \dots, a_{N-1}$ ) という長さ  $N$  の信号に対する整合フィルタを通して前記情報  $b$  を受信する。

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 伝送すべき情報を $b$ としたとき、 $b(a_{-1}, \dots, a_{N-1}, a_0, \dots, a_{N-1}, a_0, \dots, a_{L-1})$ という長さ $N+2L$ の信号を送信信号とし、 $(a_0, a_1, \dots, a_{N-1})$ という長さ $N$ の信号に対する整合フィルタを通して前記情報 $b$ を受信することを特徴とする擬周期系列を用いた通信方式。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、移動体通信方式等に適合する通信方式にかかり、特に周期系列として設計されている信号を近似同期状態で使用できるようにした擬周期系列を用いた通信方式に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 セルラー無線通信システムとして知られている移動体通信などのように、基地局に対する距離が変化する移動局の間で通信を行うシステムにおいては、周期系列の信号を用いている。なお、現在は上記の通信システムは、アナログの周波数多重あるいは時分割多重変調方式を使用しているが、将来的にはデジタルの符号分割多元接続方式などのデジタル符号分割通信方式が採用されることが envisaged されている。

【0003】 この種の符号分割多重通信のための信号設計は、周期系列の方が設計し易いことが知られており、例えば1985年、Computer Science Press社発行、M. K. Simon, J. K. Omura, R. A. Scholtz, B. K. Levitt 著、"Spread Spectrum Communications" に解説されている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 この種のスペクトラム拡散通信方式には、常識的には、自己相関にサイドローブのない周期系列を用いる。例えば、周期系列 $\dots, 1, 1, 1, -1, 1, 1, 1, -1, 1, 1, 1, -1, \dots$ 、 $(1, 1, 1, -1)$ は1周期)を、その整合フィルタに入力すると、 $\dots, 0, 4, 0, 0, 0, 4, 0, 0, 0, 4, 0, \dots$ という綺麗な出力が得られる。

【0005】 ところが、この周期系列の1周期 $(1, 1, 1, -1)$ を上記の整合フィルタに入力すると、

$$\dots, \text{---}A\text{---}, \text{---}A\text{---}, \dots$$

$$| \text{---} A' \text{---} |$$

(2) 相互相関のない $n$ 個の周期系列

$$\dots, A_1, A_1, A_1, A_1, \dots$$

$$\dots, A_2, A_2, A_2, A_2, \dots$$

$$\vdots$$

$$\dots, A_n, A_n, A_n, A_n, \dots$$

$$\vdots$$

2

$(-1, 0, 1, 4, 1, 0, -1)$ というきたない出力になってしまう。すなわち、無限長周期系列の入力に対しては所望の受信出力が得られるが、有限長の入力に対しては所望の出力とは異なる出力が得られる。

【0006】 本発明の目的は、有限長の周期系列の入力信号に対しても無限長周期系列の入力と同様な受信信号を得ることのできる信号方式とした擬周期系列を用いた通信方式を提供することにある。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するために、本発明は、伝送すべき情報を $b$ としたとき、 $b(a_{-1}, \dots, a_{N-1}, a_0, \dots, a_{N-1}, a_0, \dots, a_{L-1})$ という長さ $N+2L$ の信号を送信信号とし、 $(a_0, a_1, \dots, a_{N-1})$ という長さ $N$ の信号に対する整合フィルタを通して前記情報 $b$ を受信することを特徴とする。

【0008】 すなわち、前記周期系列の1周期 $(1, 1, 1, -1)$ の前後に例えば長さ2の繰返し部分を付加した $(1, -1, 1, 1, 1, -1, 1, 1)$ を作成する。付加する長さ2の繰返し部分は、1周期の $(\dots, 1, -1)$ の部分で、これを当該1周期の前に付加し、1周期の $(1, 1, \dots)$ の部分で、これを当該1周期の後に付加する。なお、この付加部分は最低1の長さである。

【0009】 これを整合フィルタに入力すると、 $(-1, 2, -1, 0, 0, 4, 0, 0, 1, 2, 1)$ という出力がえられ、中央の長さ5の部分 $(\dots, 0, 0, 4, 0, 0, \dots)$ は周期系列を入力したときと同じものとなる。この性質は、同期がある程度はとれるが完全ではない符号分割多重通信システム(近似同期セルラーCDMA等)に適合する。

【0010】 本発明は、さらに、次のように構成することができる。

(1) 長さ $N$ の有限長系列を $A$ とし、周期系列 $(\dots, A, A, A, \dots)$ の一部分で、長さが $N$ より長く $A$ をその中に含む系列を $A'$ とし、 $A'$ に送信すべき情報を乗じた信号を送信信号として送信し、受信側で $A$ の整合フィルタを備え、この整合フィルタに受信した $A'$ を通すことにより情報を得る。

## 【0011】

$\dots A_1, A_2, A_3, A_4, \dots$

があるとき、送信局-受信局の1番目の組が $A_1$ を送信すべき情報で変調した送信信号とし、受信側に設けた $A_1$ の整合フィルタで復調することで情報を得る。

(3) 上記(1)(2)において、変調情報を $a$ 、 $b$ としたとき、 $aA'$ と $bA'$ を時間をずらして加算した信号を送信信号とする。

【0012】

【作用】上記本発明の構成において、周期系列・・・

$\cdots, \text{---}A\text{---}, \text{---}A\text{---}, \cdots$

として、その自己相関関数が特別の性質を持つように設計された有限長系列Aを送信信号として、Aの整合フィルタを受信器とすると、有限長系列Aの自己相関関数が出力される。これは、周期系列 $\cdots A, A, A, \cdots$ の自己相関関数とは異なる性質を持つので、設計どりの効果がないという従来の問題点が次のようにして解決される。

【0013】

$$A = (a_0, a_1, \dots, a_{N-1}), \quad (\text{長さ} N)$$

$A' = (a_{N+1}, a_{N+1-1}, \dots, a_{N-1}, a_0, a_1, \dots, a_{N-1}, a_0, a_1, \dots, a_{L-1})$ 、(長さ  $N+2L$ )  
 とすると、 $A'$  は  $A$  の後に  $A$  の前から  $L$  成分をつなぎ、  
 $A$  の前に  $A$  の後から  $L$  成分をつないだものになる。

【0014】A'の整合フィルタにAを入力すると、出力信号の長さは $(2N+2L-1)$ となり、中央の長さ $(2L+1)$ の部分は、周期系列・・・・、——A——，——A——，・・・の自己相関関数の性質を示す。同様のことが相互相関関数にも言える。相互相関のない周期系列は、次のようにして作ることができる。

【0015】すなわち、周期系列 $\cdots a_1 \cdots$   
 $a_1 a_1 \cdots a_1 \cdots$ を、

$$\begin{array}{ccccccc} a_1 & a_1 & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & a_1 \\ a_1 & a_1 & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & a_{1-1} \\ \cdot & \cdot & & & & & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & & & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & \cdot & & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & & & \cdot & \cdot \\ a_1 & a_1 & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & a_1 \end{array}$$

のように、巡回行列として表記する。

【0016】周期系列は、その1周期を巡回して正方形行列の各行とし、そのノルムを正規化することにより巡回\*

$$F_s = [f_s(i, j)], 0 \leq i \leq N-1,$$

$$0 \leq i \leq N-1.$$

$$f_{ij}((i, j)) = (1/\sqrt{N}) \exp \{ (-2\pi\sqrt{-1}) \cdot ij/N \}$$

とすると、

$$F^{-1} = [f_{ij} \quad (i, j)]$$

50 となるが、上例の2個の直交系列と8次離散逆フーリエ

\*正規行列として表記することができる。この表記法によって、直交系列はユニタリ行列として、また多相周期系列は多相行列として表記される。ところで、周知のように、巡回たたみ込みは巡回行列で表されるが、また、フーリエ変換された領域での乗算とも考えることができる。したがって、いま、ある巡回行列をAとし、Aのある1行をフーリエ変換して得られる系列を対角成分とする対角行列をBとすると、

$$10 \quad A = F^{-1} B F \quad \dots (1)$$

となる。ただし、 $F$ はDFT行列である。

【0017】もし、Aがユニタリ行列であれば、式(1)より対角行列Bもユニタリ行列でなければならない。すなわち、Bの対角成分の絶対値は1でなければならない。したがって、直交系列をフーリエ変換すると多相周期系列となる。また、Bの対角成分の絶対値が1ならば、Aはユニタリ行列となるから、多相周期系列を逆フーリエ変換すると、直交系列となる。

【0018】時間軸を逆転して考えれば、多相周期系列をフーリエ変換すれば多相周期系列となる。次に、相互相関のない多相周期系列について説明する。いま、2個の周期系列があって、それぞれ巡回行列A、Cによって表されているとき、

$$A = F^{-1} B F$$

$$C = F^{-1} D F$$

という関係にある対角行列  $B, D$  が存在する。

【0019】AとCの相互相関関数は

$$A \cdot C' = F^{-1} B D' F$$

30 として表されるから、対角行列  $BD^*$  のすべての対角成分が 0 であれば、 $A$  と  $C$  で表される 2 個の周期系列の相互相関関数は、すべてのシフトで 0 となる。この条件は、 $A$  と  $C$  で表される 2 個の周期系列のスペクトルが重なり合わない、と言い換えることができる。ただし、 $C^*$  は  $C$  の随伴行列（成分を転置して複素共役にした行列）である。

【0020】例えば、 $(1, 0, 1, 0, 1, 0, -1, 0)$ と $(0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, -1)$ のように各成分の積が0となるような複数の直交系列を周波数領域に設定し、これらを逆フーリエ変換すると、時間領域に成分の絶対値が一定で相互相関関数があらゆるシフトで0となる複数の周期系列が得られる。

【0021】N次離散フーリエ変換行列を

変換により、

$$F_0^{-1} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} = 1/\sqrt{2} \begin{bmatrix} W_0^0 & W_0^0 \\ W_0^2 & W_0^3 \\ W_0^0 & W_0^3 \\ W_0^0 & W_0^1 \\ W_0^0 & W_0^4 \\ W_0^3 & W_0^7 \\ W_0^0 & W_0^6 \\ W_0^0 & W_0^5 \end{bmatrix} \dots (2)$$

ただし、

$$W_1 = \exp \{ (2\pi\sqrt{-1})/N \}$$

とする。

【0022】先に述べたように、式(2)の右辺の2列のそれぞれを繰り返して得られる2個の周期系列の相互相関関数は、あらゆるシフトで0となるはずである。一方、この2個の周期系列の自己相関関数は、それぞれ0シフト成分を1に正規化すると

$$(1, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0)$$

および

$$(1, 0, 0, 0, -1, 0, 0, 0)$$

である。

【0023】これは、 $F_0^{-1}$ のjが偶数なる成分(j=0, 2, 4, 6)は周期4の繰り返しとなっているのに対し、jが奇数なる成分は、 $0 \leq i \leq 3$ なる成分に-1を乗じると、 $4 \leq i \leq 7$ なる成分が得られるためである。同様に、一般に周期MNのM個の直交系列があつて、これらのM個の直交系列から適当な1周期を取\*

り出してM個の有限長系列とし、これらM個の有限長系列のうちの任意の2個の有限長系列の対応する成分の積を0にできるとき、これらのM個の有限長系列をMN次逆フーリエ変換することにより、M個の多相有限長系列が得られ、これらM個の有限長系列をそれぞれ繰り返して得られるM個の多相周期系列は、任意の2個の相互相関関数があらゆるシフトで0となる。

【0024】特に、周期MNの直交系列が、 $0 \leq k \leq M-1$ なるkに対して、第k (Mod M) 成分以外は0で、第k (Mod M) 成分を抜き出すと、周期Nの直交系列になっているとき、この周期Nの直交系列をMN次逆フーリエ変換して得られる多相周期系列の自己相関関数は、Nの倍数以外のすべてのシフトで0となり、 $0 \leq t \leq M-1$ として、tNシフトでは

$$\exp \{ (2\pi\sqrt{-1}) k t / M \}$$

となる。

【0025】例えば、

$$F_{12}^{-1} \begin{bmatrix} 2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 2 \\ 2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 2 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 \end{bmatrix} = \frac{\sqrt{3}}{2} \begin{bmatrix} W_{12}^0 & W_{12}^0 & W_{12}^0 & W_{12}^0 \\ W_{12}^2 & W_{12}^3 & W_{12}^4 & W_{12}^5 \\ W_{12}^{10} & W_{12}^0 & W_{12}^2 & W_{12}^4 \\ W_{12}^0 & W_{12}^3 & W_{12}^6 & W_{12}^9 \\ W_{12}^2 & W_{12}^0 & W_{12}^{10} & W_{12}^3 \\ W_{12}^{10} & W_{12}^3 & W_{12}^6 & W_{12}^1 \\ W_{12}^0 & W_{12}^0 & W_{12}^0 & W_{12}^0 \\ W_{12}^2 & W_{12}^0 & W_{12}^4 & W_{12}^{11} \\ W_{12}^{10} & W_{12}^0 & W_{12}^2 & W_{12}^{10} \\ W_{12}^0 & W_{12}^0 & W_{12}^0 & W_{12}^3 \\ W_{12}^2 & W_{12}^0 & W_{12}^{10} & W_{12}^0 \\ W_{12}^{10} & W_{12}^0 & W_{12}^3 & W_{12}^7 \end{bmatrix}$$

..... (3)

の右辺の4列のそれぞれを繰り返して得られる4個の多相周期系列の自己相関関数はそれぞれ、 $(1, 0, 0, 1, 0, 0, 1, 0, 0)$ 、 $(1, 0, 0, \sqrt{-1}, 0, 0, -1, 0, 0, -\sqrt{-1}, 0, 0, -\sqrt{-1}, 0, 0)$ 、 $(1, 0, 0, -1, 0, 0, 1, 0, 0, -1, 0, 0, -1, 0, 0, -1, 0, 0)$

$0)$ 、 $(1, 0, 0, -\sqrt{-1}, 0, 0, -1, 0, 0, \sqrt{-1}, 0, 0)$ となる。

【0026】上記(3)式の4つの列は、それぞれ長さ12の系列である(N=12)。ここで、L=2とする



と、2以内のずれに対しては自己相関のサイドローブも相互相関も、共に0の弱同期符号分割多重通信が実現できる。

【0027】

【実施例】以下、本発明の実施例につき、図面を参照して詳細に説明する。図1は本発明の擬周期系列を用いた通信方式を適用する送信機の要部構成の1実施例を説明する概略ブロック図であって、1は送信すべき情報を格納するデータバッファ、2は変調単位にデータの組を生成するデータ組生成手段、3～6は符号変調データを格納するメモリ#1～メモリ#4、7～10はデータ組生成手段2からのデータ組にその情報1、-1に対応して"1"または"-1"を乗算する乗算器、11は加算器、12は送信手段である。

【0028】なお、図中、メモリ#1～#4は乗算器7～10に変調データBを送出するタイミングに応じた分をずらして示してある。同図において、送信情報のデータはデータバッファ1に一旦格納された後、データ組生成手段2で変調単位の組として乗算器7～10に順次所定のタイミングで供給される。

【0029】#1メモリ3～#4メモリ6からは、上記タイミングに同期して変調信号Bのバス列が乗算器7～10に与えられ、データ組生成手段2からのデータの"1"、"-1"に応じて"1"または"-1"が乗算される。乗算器7～10の出力は加算器11において加算され、時系列信号として送信手段12に与えられる。送信手段12はこの時系列信号を適宜の搬送信号に乗せて送信する。

【0030】図2は変調信号の1構成例を説明する模式図であって、Bは長さNの変調信号で、この変調信号Bに、長さL分の後端信号B<sub>r</sub>を前部に、長さL分の前端信号B<sub>f</sub>を付加したものを送信信号1単位(長さN+2L)とし、これを図1の#1メモリ3～#4メモリ6にそれぞれ格納しておく。なお実際に回路を設計する場合は、このメモリを1つのみとし、その信号出力タイミングを別途設けた制御手段で制御して順次出力させるようにするのがよい。

【0031】図3は図1の送信手段に供給される送信信号の1例を説明する模式図であって、ここではデータ(1, 1, -1, 1)に対応した送信信号を示す。図4は本発明の擬周期系列を用いた通信方式を適用する受信機の要部構成の1実施例を説明する概略ブロック図であって、21は受信手段、22は図2に示した変調信号Bの整合フィルタ、23は時間軸調整手段である。

【0032】同図において、受信手段21で受信した前

記図3に示したような送信信号は、Bの整合フィルタ22に通される。Bの整合フィルタ22を通った復調信号は下記のように再現される。図5は受信機の信号処理の説明図であって、(a)はBの整合フィルタを通ったデータ"1"の信号、(b)はデータ"-1"の信号、

(c)は(a)と(b)の加算信号、(d)は時間軸調整手段23でバス列の時間軸を送信情報データと同じに調整した後成形処理した再現情報データを示す。

【0033】このように、本実施例によれば、有限長の周期系列の信号を用いて無限長周期系列の入力と同様に同期の取れた受信信号を得ることができる。

【0034】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、有限長の周期系列の入力信号に対しても無限長周期系列の入力と同様に綺麗に設計された受信信号を得ることができ、周期系列として設計されている信号を近似同期状態で使用できる信号方式とした擬周期系列を用いて優れた機能をもつ通信方式を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の擬周期系列を用いた通信方式を適用する送信機の要部構成の1実施例を説明する概略ブロック図である。

【図2】本発明の擬周期系列を用いた通信方式の1実施例に用いる変調信号の1構成例を説明する模式図である。

【図3】図1の送信手段に供給される送信信号の1例を説明する模式図である。

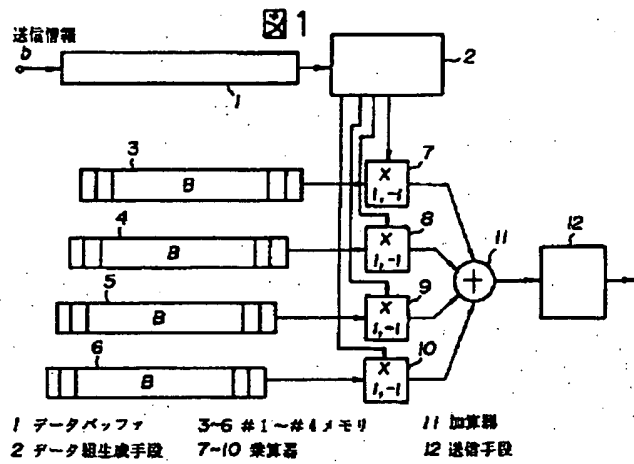
【図4】本発明の擬周期系列を用いた通信方式を適用する受信機の要部構成の1実施例を説明する概略ブロック図である。

【図5】受信機の信号処理の説明図である。

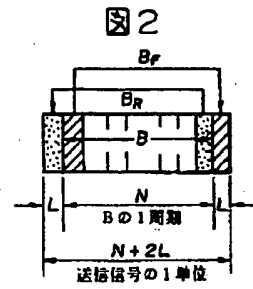
【符号の説明】

- 1 送信すべき情報を格納するデータバッファ
- 2 変調単位にデータの組を生成するデータ組生成手段
- 3～6 符号変調データを格納するメモリ#1～メモリ#4
- 7～10 データ組生成手段2からのデータ組にその情報1, -1に対応して"1"または"-1"を乗算する乗算器
- 11 加算器
- 12 送信手段
- 21 受信手段
- 22 変調信号Bの整合フィルタ
- 23 時間軸調整手段。

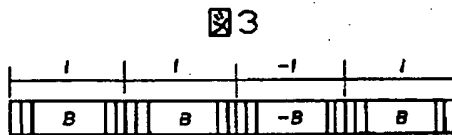
【図1】



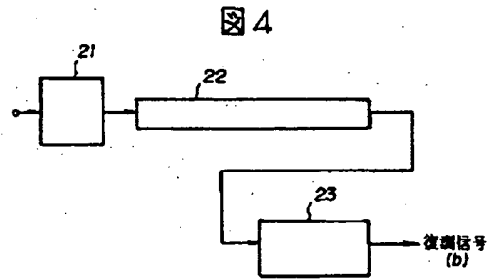
【図2】



【図3】

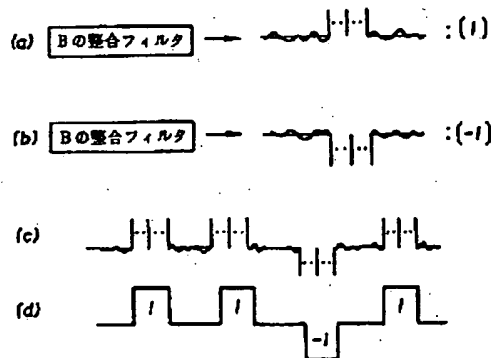


【図4】



【図5】

図5



## 【手続補正書】

【提出日】平成5年6月23日

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 送信すべき情報を $b$ としたとき、 $b$  ( $a_{N-L}, a_{N-L+1}, \dots, a_{N-1}, a_0, a_1, \dots, a_{N-1}, a_0, a_1, \dots, a_{L'-1}$ ) という長さ  $\{N + (L + L')\}$  の信号を送信信号とする通信方式。

【請求項2】 送信すべき情報を $b$ としたとき、 $b$  ( $a_{N-L}, a_{N-L+1}, \dots, a_{N-1}, a_0, a_1, \dots, a_{N-1}, a_0, a_1, \dots, a_{L'-1}$ ) という長さ  $\{N + (L + L')\}$  の信号を送信信号とし、 $(a_0, a_1, \dots, a_{N-1})$  という長さ $N$ の信号に対する整

合フィルタを通して前記情報 $b$ を受信することを特徴とする擬同期系列を用いた通信方式。

## 【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0026

【補正方法】変更

【補正内容】

【0026】 上記(3)式の4つの列は、それぞれ長さ $12$ の系列である( $N=12$ )。ここで、 $L=2$ とすると、 $2$ 以内のずれに対しては自己相関のサイドローブも相互相関も、共に $0$ の弱同期符号分割多重通信が実現できる。なお、上記においては、 $L$ は同一長さの $L$ と $L'$ を用い、 $L=L'$ 、即ち $L=2L$ として説明したが、 $L \neq L'$ とすることも可能であり、送信信号の長さを一般式では $\{N + (L + L')\}$ と表すことができる。

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**